إنشاء ومواد البناء

المرحلة الثانية – قسم المنشآت والموارد المائية

المحاضرة الثالثة : الأسس (Foundations)

١. **الأساس**:- هو القاعدة السفلى للمنشأ، ومهمته نقل حمولات المنشأت إلى التربة وضمان ارتكازه على الأرض ارتكازاً ثابتاً. وتكون الأساسات في العادة مدفونة في الأرض على عمق مناسب للتأسيس يتم اختياره تبعاً لنوع المنشأة وأسلوب التصميم وقدرة تحمّل التربة. ويجب أن تتوافر في تربة التأسيس الشروط الأربعة التالية:-

- المتانة، كي لا يحدث فيها هبوط بتأثير حمولات المنشأة المنقولة إليها بالأساسات.
- التوازن، كي لا تحدث فيها انزلاقات نتيجة انزياح الكتل الترابية فيها أو انهيارها عندما لا تكون مستقرة.
- الثبات، كي لا تحدث فيها انجرافات أو فجوات داخلية بتأثير حت المياه فيها.
- الاستقرار، لئلا تحدث فيها تغيرات وتشوهات كبيرة في حجمها بتأثير الرطوبة والنظام «الحراري المائي» فيها (تغير او تذبذب مستوى المياه الجوفية).
- لا تحتوي على نسبة كبير من المواد التي يمكن ان تتفاعل مع الاجزاء الخرسانية او مواد الاسس و بالتالي تغير سلوك الاساس نتيجة لتغير شكلها او سلوكها اثناء فترة الانشاء او اثناء عمل المنشأ ويحدث ذلك غالبا عند تغير مستوى المياه الجوفية و تاثير بعض العوامل الخارجية.

٢.عمق الاساس:-

اهم العوامل التي تحدد عمق الاساس هي :-

أ. طبيعة التربة وطبقاتها الصالحة لتحمل احمال المنشا.

ب. حالات الطقس وتعرض الاساس الى تاثيرات الانجماد والتمدد والتقلص لذا يتطلب بناء الاساس على عمق لايقل عن ٣٠ سم لحمايتها من تلك التاثيرات.

ج. مستوى الماء الجوفي وجعل الاساس فوق هذا المستوى لتجاوز الصعوبات الانشائية عند التنفيذ.

د. موقع الاساس من البناء ذو خدمات معينة كسرداب او ملجا او محل وقوف سيارات خاصة .

ه. اسس الابنية المجاورة والاحمال التي تنقلها وتاثيراتها على تحديد عمق الاسس الجديدة.

و. عمل الاسس بعمق لايؤثر على الاشجار التجميلية التي يرغب ببقائها.

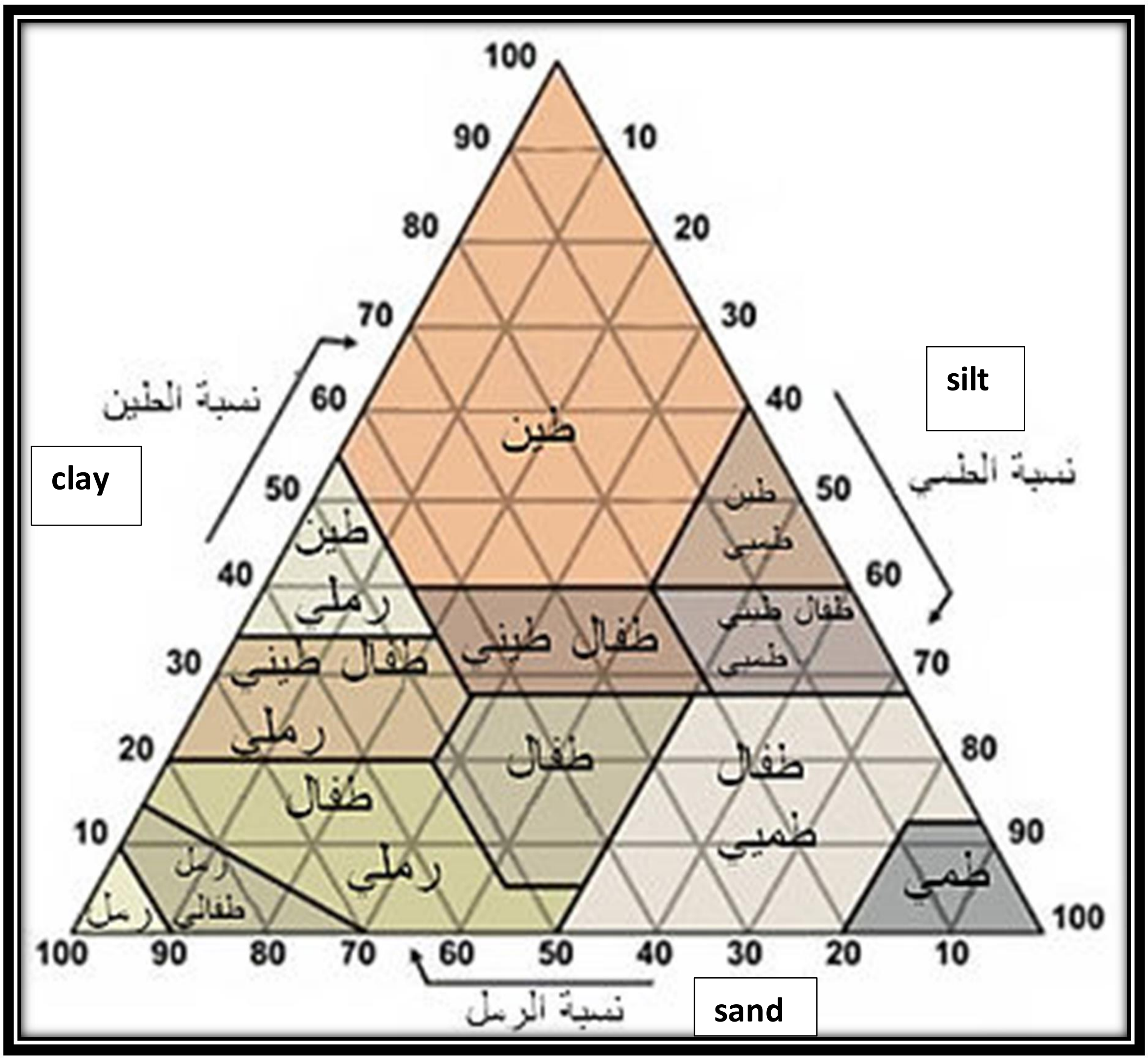
ز. علاقة عمق الاسس من ممرات وقنوات ومجاري وغيرها من المنشات الخاصة .

ح. اهمية المنشأ و الكلف المرصودة له.

٣. طبيعة التربة وعلاقتها بالاسس:- قبل البدا باي تصميم بنائي يجب فحص التربة من قبل مختبر هندسي للتعرف على خواص التربة الفيزياوية والكيميائية والميكانيكية ومقدار تحمل طبقاتها للاحمال ونوعية الاسس المناسبة ونزولها المتوقع نوعا ومقدارا ويقدم المختبر تقريرا وافيا بذلك.

أ. تصنف التربة الى انواع مختلفة ومن احدى طرق تصنيفها هي استعمال مخطط التربة المثلثي حيث تكون نوعية التربة حسب موقع ملتقى الموازات المرسومة لاضلاع هذا المثلث باحدى نوعيات الاساسية طينية او غرينية او رملية

او نوعيات متمازجة اخرى. مثال على ذلك تقاطع موازيات ٧٠% رمل مع ٢٠% من الطين و١٠% من الغرين تشير الى ان التربة.



شكل رقم (١) مثلث تصنيف التربة وتحديد نوعياتها

- نسبة الطين تمثل الخطوط الافقية
- نسبة الرمل تمثل الخطوط الموازية لضلع الطين
- نسبة الغرين تمثل الخطوط الموازية لضلع الرمل

نوع التربة	التحمل كغم/ سم٢
تربة صخرية صلدة	من ٣٠- ٤٠
تربة صخرية غير صلدة	١٠- ١٢
تربة صخرية رخوة	٨- ١٠
تربة حصوية او حصوية رملية	٦- ٨
تربة رملية خشنة متراصة	٢,٥- ٤
تربة طينية جافة وصلبة	٢- ٣
تربة طينية ورملية	١,٥- ٢
تربة رملية ناعمة	١- ٢
تربة طينية رخوة	½ - ¾
تربة دفن	¼- ½

جدول رقم (١) يمثل التحمل التقريبي لنوعيات التربة المختلفة

ب. وتصنف التربة ايضا بالنسبة الى تحملها الى نوعين اساسيين بغض النظر عن طبيعتها ونسب مكوناتها:-
- التربة الغير قابلة الانضغاط:- وتشمل التربة الصخرية ذات التحمل العالي حيث يمكن البناء فوقها مباشرة دون الحاجة الى عمل اساسات، بشرط ان تكون التربة خالية من الشقوق والعروق والمسامية العالية والطبقات المائلة والتي تسبب في النزول المفاجئ عند نقلها احمال المنشأ.

- التربة القابلة للانضغاط:- وتشمل جميع انواع الترب الغير صخرية والتي تحتاج الى عمل اسس لها لتوزيع الاحمال عليها حسب قابليات تحملها.

٤. انواع الاسس:-

هناك انواع عديدة من الاسس اعتمادا على طبيعة التربة ومدى تحملها وامكانية تشغيل بعضها والاستفادة منها لاغراض معينة. ومن اهم الانواع هي :-

أ. **الاساس الجداري wall footing** :- يستعمل هذا الاساس مع الجدران الحاملة ويعمل من الخرسانة الاعتيادية او المسلحة او من الطابوق المصخرج ومونة الاسمنت.

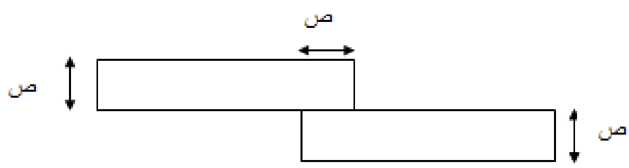
يُنقل الحمل في هذا الاساس بمسار الاجهاد القصي ذو ميل (٤٥°) مع الافق. وبذلك يكون عرض الاساس الذي سمكه (ص) مساويا الى (س+٢ص) حيث ان (س) هي عرض الجدار المبني فوق الاساس على ان لاتقل قيمة (ص) بموجب معهد الخرسانة الامريكي عن (١٥سم) للاساس المصنوع من الخرسانة المسلحة و(٢٠ سم) للخرسانة الاعتيادية. وقد يكون عرض الاساس اكثر من (س+٢ص) وذلك لنقل الاحمال الى التربة بضمن حدود تحملها. وفي تلك الحالة يجب عمل الاساس باحدى الطرق:-

- عمل تدرج في الجدار او تدرج في الاساس بحيث يبقى مسار اجهاد القص يمر ضمن عرض الاساس المطلوب.
- زيادة سمك الاساس ليكون مساويا الى ص١ حيث ان ص١ هو سمك الاساس الذي يضمن مرور مسار اجهاد القص ضمن عرض الاساس المطلوب والذي يتحدد بالتقاء مسار الاجهاد القصي المرسوم من حافة الجدار الحامل وعرض الاساس المطلوب.
- استعمال تسليح انشائي بدون تغيير سمك الاساس.

يتطلب اضافة حديد تسليح باتجاهين وبطبقة واحدة في القسم السفلي اوبطبقتين لقسميه العلوي والسفلي في حالات:-

- توقع حدوث نزول نسبي غير منتظم
- تولد عزوم انحناء في مواقع الاحمال المركزة (فتحات الشبابيك والابواب الكبيرة).
- وجود مواقع دفن او حركة مياه جوفية.

ان المواقع التي يوجد فيها انحدارات والتي يتطلب عمل كميات كبيرة من الحفروالدفن فوق الاساس لجعلها بمنسوب افقي واحد يستعمل اساس جداري مدرج. وللحصول على تدرج منتظم وغير حاد وبعمق مقبول يفضل ان يكون تغيير مستوى الاسس في مواقع التدرج مساويا الى سمك الاساس ومسافة التشكيل مساوية الى سمك الاساس.



شكل رقم ٢ : مقطع مفصل لموقع التدرج من الاساس المدرج

ب. **الاساس الشريطي strip footing** :-يستعمل هذا الاساس بديلا للاساس الجداري في المواقع التي يكون فيها تحمل اجهاد القص للتربة عاليا مما يمكن الاستفادة منه في مقاومة الاحتكاك السطحي بينه وبين التربة الملاصقة به ومقاومة انضغاط التربة في قاعدته. ولايفضل استخدام هذا النوع من الاساس في المواقع التي يكون فيها منسوب المياه الجوفية العالية وذلك لانه يتطلب كلف عالية لسحب الماء وتصريفه طيلة فترة التنفيذ. يعمل هذا النوع من الاسس من الخرسانة الغير مسلحة. من مميزات الاساس الشريطي:-

- سرعة التنفيذ لكونه يعمل بمقطع واحد ومادة واحدة ولهذا فهو اقتصادي.

- يعمل كحاجز لحركة الماء الجوفي بين طرفي الاساس إن وجد وكذلك يعمل على تقليل تسريب الرطوبة الى اقسام البناء فوقه.
- يعمل كعتب عميق ذا مقاومة للنزول النسبي غير المنتظم ولعزوم الانحناء ان وجدت.

ج. الأساسات المنفردة isolated footing :- هي أساسات سطحية في الغالب، تكون من الحجر أو من الخرسانة المسلحة. ان الأساسات المنفردة الخرسانية المسلحة قد تصب في الموقع نفسه وقد تكون مسبقة الصنع يتم تركيبها في موقع المباني المسبقة الصنع. وفي معظم المنشآت والأبنية تصب طبقة خرسانة نظافة بسمك (٤ ـ ٥) سم تحت جسم الأساس المنفرد الخرساني في الخرسانة العادية .

يستعمل هذا الاساس لينقل حمل مركز من عمود او دعامة او بناء ويكون بشكل مربع او مستطيل ويعمل هذا النوع من الاساس من الخرسانة الاعتيادية او الخرسانة المسلحة او من مقاطع خشبية في الابنية المؤقتة او من المقاطع الفولاذية المدلفنة وعندها يسمى الاساس المنفرد المشبك.

تضاف الى الاسس المنفردة في المواقع التي يحدث فيها نزول نسبي تفاضلي رباطات خرسانية تربط الاسس مع بعضها باتجاه واحد او اتجاهين ويكون موقع الرباط من الاساس اما بنفس مستوى الاساس المنفرد او في قسمه العلوي وتستعمل القاعدة مع الاساس المنفرد ذو المساحة الكبيرة وذلك لتوزيع الحمل على الاساس بمراحل وتقليل سمكه وتقويته ويفضل ان تكون الرباطات بنفس ارتفاع القاعدة وفوق الاساس.

وتستعمل الخرسانة العادية نوع ٢٥٠كغ سمنت/م^{٣} على الأقل للأساسات المنفردة الخرسانية غير المسلحة، وخرسانة نوع ٣٥٠كغ سمنت/م^{٣} على الأقل للأساسات الخرسانية المسلحة، ونوع ٣٠٠كغ سمنت/م^{٣} للأساسات المنفردة الخرسانية المنفذة تحت الماء.

د. الاساس المتصل combined footing:- هو عبارة عن اساس منفرد يحمل ثقلين مركزين من عمودين متقاربين من بعضهما ويكون بشكل مستطيل متناظر عند تساوي مقدار الثقلين المركزين او بشكل مستطيل غير متناظر او شبه منحرف او مستطيلين عند تباين مقدار الثقلين المركزين او عندما يكون احد العمودين ملاصقا بحدود القطعة المجاورة. كما يتطلب عند تحديد شكل ومساحة الاساس المتصل جعل مسار محصلة ثقل العمودين على نفس مسار محصلة مقاومة التربة للاساس.

ه. الاساس الناتئ cantilever footing:- هو عبارة عن اساسين منفردين يربطهما عتب ناتئ من الخرسانة المسلحة وينقل العتب الناتئ حمل العمود الخارجي الذي له اساس منفرد غير متناظر الى قاعدة العمود الداخلي الذي له اساس منفرد متناظر. يستعمل هذا النوع من الاساس للاعمدة الخارجية عندما تكون ملاصق لحدود ابنية مجاورة مع مراعاة عوامل ونتائج نزول التربة وانحناء العتب باعتبار ان تركيبته غير متناظرة وتوزيع احماله على التربة يكون بشدة متباينة.

و. الاساس المستمر continuous footing :- هو عبارة عن اساس لعدة اعمدة تقع على نفس المحور ويوزع الاثقال المركزة لهذه الاعمدة على مساحة مستطيلة الشكل ذات عرض ثابت وطول يساوي مجموع اطوال مراكز الاعمدة زائدا اضافة طول مناسب من الطرفين او احدهما حيث لايمكن اضافة طول في الطرف الذي يكون العمود ملاصق لحدود قطعة مجاورة. ويمكن استعمال أساس مستمر من عتب وسطي وجناحين ناتئين وستوجب في هذه

الحالة صب الاساس دفعة واحدة لقسميه العتب والجناحين ليعملا كوحدة واحدة لايجزئهما مفصل انشائي والذي يعتبر في حالة وجوده موقع ضعف بالنسبة الى الاساس وعمله.

ز. الاساس الحصيري (الاساس المسطح) raft footing :- هو أساس سطحي في الغالب، يشمل مساحة موقع المنشا كله، ويحمل الجدران والأعمدة جميعها. وتكون الحصيرة من الخرسانة المسلحة. ويتم اللجوء إلى تصميم الحصيرة كونه حلاً أكثر اقتصاداً من النزول بمنسوب التأسيس إلى أعماق كبيرة عندما تكون مقاومة التربة السطحية ضعيفة فيتم بالحصيرة توزيع الحمولة توزيعاً منتظماً على سطح كبير لتجنب الانحطاطات الموضعية المؤدية إلى تشقق جدران المنشأ.

وتصب في العادة طبقة خرسانة نظافة بسمك (٥ سم) على الأقل تحت الحصيرة من الخرسانة العادية نوع (١٥٠كغ إسمنت/م^3) ، ويستخدم لخرسانة الحصيرة إسمنت مقاوم للكبريتات عندما تكون التربة كبريتية المياه، وتعزل الحصيرة عن المياه الجوفية في هذه الحالة بمواد مانعة للرطوبة السطحية (عازلة للسطوح) مثل «سيليكات البوتاسيوم» أو غيرها. توزع الاحمال على التربة توزيعا متساويا ومنتظما عندما تكون محصلة قوى احمال المنشا ومحصلة مقاومة تربة الاساس الحصيري قوى تمركزية ويختلف سمك الاساس باختلاف الاحمال المسلطة عليه ويتراوح اعتياديا من (٢٠- ٦٠) سم. تستعمل الاعتاب المخفية في صبة الاساس او الاعتاب العميقة باتجاه واحد او اتجاهين ويفضل ان تكون الاعتاب العميقة مقلوبة الى الاعلى لتسهيل عملية فرش طبقات مانـــع الرطوبة تحت الاساس عندما يراد الاستفادة من الاساس كارضية سرداب في المواقع التي يكون مستوى الماء الجوفي مرتفعا او متغير في مواسم السنة المختلفة.

ح. اساس الطفو float footing :- يستعمل هذا لاساس في الابنية الثقيلة التي لها مساحة موقع محدودة وتكون تربتها في الطبقات العليا ضعيفة لاتقاوم الاحمال المسلطة عليها مما يستوجب النزول عمقا الى مستوى التربة المناسبة والتي يكون تحملها افضل من طبقات التربة العليا. ان النزول المنتظم لهذا الاساس يتراوح بين(٧,٥ – ١٥) سم ويتطلب اخذ هذا بنظر الاعتبار عند تصميم اسس المنشأ.

Foundation Settlement نزول الأسس

١- نزول الأسس

ان نزول الاسس هي حقيقة هندسية ومتوقعة بالنسبة الى معظم انواع الترب وذات اهمية بالغة بالنسبة الى سلامة المنشأ وخلوه من التصدعات او الميلان او الانهيار التدريجي او المفاجئ لبعض الحالات.

يجب دراسة النزول حسب نوعية الاسس والتربة وتركيب المنشأ وابعاده ونوعية استخدامه وتاثير مقدار النزول على مظهر المنشأ ومستوياته وعلاقة هذا مع المنشأت المجاورة وتاثيرها عليه.

يتأثر النزول بالمياه الجوفية وخاصة اذا كان مستواه غير ثابت بل يتغير خلال مواسم السنة مسببة حركة جسيمات التربة واختلاف مساميتها ومقاومتها للانضغاط تحت تاثير الاحمال وتقلص حجم الفراغات بين جزيئات التربة.

يصنف النزول الى نوعيات اهمها:-

أ -:Uniform Settlement النزول المنتظم

هو النزول الذي يحدث في جميع اقسام الاساس وبنفس المقدار ولايسبب ضررا على سلامة المنشا ان كان ضمن حدود مقبولة كل حسب نوعية المنشأ واستخداماته.

ب- Differential Settlement :- النزول التفاضلي

هو النزول الذي لايكون متساويا في جميع اقسام الاساس وعندما يكون مقداره كبيرا يسبب اضرارا على المنشأ ومنها حدوث التصدعات او ميلان بعض اجزاء المنشأ او تلف في الابواب والانابيب وغيرها.

ج -: Immediate Settlement النزول الآني

هو النزول الذي يحدث خلال فترة زمنية قليلة اثناء الانشاء وتسليط احمال على المنشأ ويكون معظم النزول في التربة ذات التركيب الحبيبي كالتربة الرملية والحصوية.

د - :Total Settlement النزول الكلي للأمد البعيد

هو النزول النهائي بعد مضي فترة زمنية طويلة وتعتمد على عوامل عديدة منها نوعية التربة ومقدار الاحمال المسلطة ومستوى المياه الجوفية.

-2- : Vibrations and Foundations الاهتزازات والاسس

-: ان مصادر الاهتزازات التي تؤثر على المنشأت واسسها هي

-: أ. الاهتزازات الزلزالية

تحدث الاهتزازات الزلزالية قوى افقية تنتقل في طبقات الارض وتؤثر على الاسس بشدة تتناسب مع شدة الاهتزازات الزلزالية مما يتطلب تقوية الاسس وربط اقسامها برباطات يفضل ان تكون باتجاهين ويتطلب كذلك تقوية بناء المنشات العالية والهياكل باستخدام جدران قص خرسانية وزيادة سمك الارضيات وابعاد اجزاء الهيكل لتامين متانة كافية لمقاومة تاثير الاهتزازات عند حدوثها بفترات غير متوقعة.

-: ب. الاهتزازات الناتجة من تشغيل مكائن ثقيلة في الارضيات

يمكن معالجة الاهتزازات الناتجة من تشغيل المكائن بعمل مفاصل تعزل اسس وقواعد المكائن عن اسس وارضيات المنشأ ويتطلب ان تكون تلك الاسس من الكتل الخرسانية ذات التسليح المناسب لتثبيت الماكنة عند التشغيل والاهتزاز.

ط. اسس الدعامات pillars (piers) foundations :- تتكون أسس الدعامات من دعامة واحدة او دعامتين او اكثر بمقاطع ذات اشكال مختلفة منها مربعة او دائرية او مستطيلة ، او بيضوية بالنسبة الى بعض المنشات المائية كالسدود والجسور لكي يجري الماء انسيابيا عند الدعامة. يستعمل هذا النوع من الاسس عندما يتعذر استخدام الاسس الحصيرية او الركائز . تكون الدعامات اما منفصلة عن بعضها او متصلة باشكال هندسية ذات طابع معماري مقبول ويتم صب خرسانة الدعامة تحت مستوى الماء بضغط مساوي الى ضغط عمود الماء وهذا يتطلب خبرة عالية ويمكن صب الخرسانة بعد سحب المياه وتجفيف الموقع باستعمال ركائز الالواح والضخ المستمر.

ي. أسس الركائز piles :- سيشرح في محاضرة لاحقة.